

Jesse Avikainen

# Hybridivaraajan mitoitus

Opinnäytetyö  
Talotekniikka


Huhtikuu 2012




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

# KUVAILULEHTI

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  28.04.2012	
<b>Tekijä(t)</b>  Jesse Avikainen		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b>  Talotekniikka	
<b>Nimeke</b>  Hybridivaraajan mitoitus			
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Tässä opinnäytetyössä selvitettiin hybridivaraajan ympärille rakennettavien järjestelmien kustannuksia verrattuna perinteisiin järjestelmiin. Työssä selvitettiin, mikä ratkaisu tulisi taloudellisesti kannattavammaksi kuluttajalle. Järjestelmänä käytettiin maalämpöpumppua ja aurinkokeräimiä, jotka yhdistettiin hybridivaraajaan.</p> <p>Energiantarve laskenta tehtiin kahdesta eri kohteesta, jonka mukaan voitiin mitoittaa tarvittavan suuruisen laitteisto kohteeseen. Molemmissa kohteissa käytettiin kahta vertailukelpoista laitteistoa, jonka avulla saatiin laskettua hankintakustannukset ja käyttökustannukset.</p> <p>Eri järjestelmien erot ja hyödyt saatiin selville. Hybridijärjestelmien hankintakustannukset olivat liian suuret verrattuna siitä saatavaan säästöön käyttökustannuksissa. Tämän takia takaisinmaksuaika kasvaa liian pitkäksi, kun oletettu laitteiston elinikä on 15 - 20 vuotta.</p> <p>Hybridivaraajan hankintakustannus ei ole kovinkaan paljon suurempi kuin energiavaraajan, jolloin sen hankinta tulevaisuutta varten on perusteltua, jos halutaan odottaa energian hinnan nousemista ja esimerkiksi aurinkokeräimien ostohinnan laskua. Tämän työn lopputulos on laskettu vain kyseisiin kohteisiin, eikä tuloksia voida pitää yleispätevinä joka kohteeseen.</p>			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  hybridivaraaja, energiatehokkuus, hybridijärjestelmä, hybridilämmitys, varaaja, aurinkolämmitys			
<b>Sivumäärä</b>  29 + 7	<b>Kieli</b>  Suomi	<b>URN</b>	
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Jarmo Tuunanen		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  Heatco Finland Oy	

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  28.04.2012	
<b>Author(s)</b> Jesse Avikainen		<b>Degree programme and option</b> Building services engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  Dimensioning of the hybrid accumulator			
<b>Abstract</b>  <p>In this thesis, heating systems built around a hybrid accumulator were examined and costs compared to traditional heating systems. Thesis describes, which solution would be economically profitable to the consumer. Geothermal heat pumps and solar collectors were the main components of the heating systems which were built around hybrid accumulator.</p> <p>Calculations of energy requirement were made for two houses and system dimensioning was made using those numbers. In both locations, the use of two comparable systems has been calculated by means of acquisition and operating costs.</p> <p>Differences between the various systems and the benefits could be established. In hybrid systems, purchase costs were too high compared to obtained savings in operating cost. For this reason, the repayment period will be too long when potential lifetime of the system is around 15 – 20 years.</p> <p>The purchase costs of hybrid accumulator are not very much more than of normal accumulator, when purchasing of hybrid accumulator can be justified if we are expecting energy prices to rise or for example have decrease in the purchase price of solar collectors in near future. The results have been calculated only in those places and results can not be considered generally applicable to the subject.</p>			
<b>Subject headings, (keywords)</b>			
<b>Pages</b> 29 + 7	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>	
<b>Remarks, notes on appendices</b>			
<b>Tutor</b> Jarmo Tuunanen		<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Heatco Finland Oy	

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	VARAAJA .....	2
2.1	Varaajan mitoitus.....	2
2.2	Hybridivaraajat .....	3
2.3	Energiavaraajat .....	5
3	LÄMMÖNTUOTANTOTAVAT .....	6
3.1	Maalämpö .....	6
3.1.1	Maalämpöpumppujärjestelmän osat .....	8
3.2	Öljylämmitys .....	9
3.3	Aurinkolämmitys .....	9
3.3.1	Aurinkolämmityksen pääosat.....	10
3.3.2	Tuotto.....	11
3.4	Vesikiertoinen takka .....	13
4	HYBRIDIJÄRJESTELMÄVAIHTOEHDOT JA TOIMINTA.....	13
4.1	Maalämpö ja aurinkolämpö .....	13
5	UUDISRAKENNUS VANTAA.....	14
5.1	Lämmitysenergiantarve .....	15
5.2	Laitteisto .....	15
5.2.1	Maalämpölaitteisto erillisellä varaajalla .....	15
5.2.2	Maalämpölaitteisto hybridivaraajalla ja aurinkokeräimillä .....	16
5.3	Hankintahintavertailu .....	17
5.4	Kulutusvertailu .....	17
5.5	Päätelmät.....	18
6	SANEERAUSKOHDDE VANTAA .....	19
6.1	Lämmitysenergiantarve .....	19
6.2	Laitteisto .....	19
6.2.1	Maalämpölaitteisto erillisellä varaajalla .....	19
6.2.2	Maalämpölaitteisto hybridivaraajalla ja aurinkokeräimillä .....	20
6.3	Hankintahintavertailu .....	21
6.4	Kulutusvertailu .....	22
6.5	Päätelmät.....	22

7	YHTEENVETO .....	23
	LÄHTEET	
	LIITE 1 Kytöntäkaavio öljylämmitys ja aurinkolämpö	
	LIITE 2 Kytöntäkaavio maalämpö ja vesitakka	
	LIITE 3 Kytöntäkaavio öljylämmitys ja vesitakka	
	LIITE 4 Tekniset tiedot maalämpö	
	LIITE 5 Tekniset tiedot aurinkokeräin	
	LIITE 6 (1) Energiatodistus	
	LIITE 6 (2) Energiatodistus	

## 1 JOHDANTO

Sopisiko hybridilämmitys sinun taloosi? Hybridilämmitys yhdistää monta energianlähdettä, jotka yleensä vaihtuvat vuodenaikojen mukaan. Kesällä riittää aurinko, pakasilla käytetään esimerkiksi maalämpöä tai öljyä.

Yhä useampi talo lämmitetään nykyään useammalla lämmitysjärjestelmällä. Useimmissa pientaloissa on varsinaisen lämmitysjärjestelmän tukena jonkinlainen tulisija. Uudet hybridijärjestelmät ovat monipuolisempia. Vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä voi hyödyntää useita eri energialähteitä, ja öljylämmitteiseen taloon voidaan lisätä esimerkiksi aurinkokeräimet.

Lämmitysjärjestelmien suunnittelussa ollaan siirtymässä vaiheeseen, jossa sitä ajatellaan kokonaisuutena, joka kootaan useammasta tarkoituksenmukaisesta osasta. Kun esimerkiksi kesällä ei yleensä tarvitse lämmittää kuin lämmintä käyttövettä, miksi silloin lämmitettäisiin esimerkiksi öljykattilaa.

Hybridilämmitys on varteenotettava vaihtoehto, kun talossa on ennestään maalämpö, öljy- tai puulämmitysjärjestelmä, jonka rinnalle halutaan toinen energianlähde. Silloin vaihtoehtona on yleensä aurinkoenergia. Myös sähkö voi olla ympäristöystävällinen vaihtoehto, jos sen tuottaa omassa pientuulivoimalassa.

## **2 VARAAJA**

Varaajan tehtävänä on varastoida lämpöenergia käyttöä varten. Varaajat voidaan jakaa nimensä perusteella kahteen ryhmään: vedenlämmittimet ja varsinaiset varaajat. /1, s. 52; 2, s. 18–19; 5, s. 2./

Vedenlämmittimellä tarkoitetaan varaajaa, jota käytetään lämpimän käyttöveden varastointiin ja lämmittämiseen. Vedenlämmittimet ovat yleensä tilavuudeltaan 50–300 litraa ja paineistettuja, koska käyttövesi otetaan suoraan varaajasta. Korkea rakennepaine ja korkea lämpötila asettavat materiaalivalinnoille rajoituksia, jonka seurauksena vedenlämmittimet valmistetaan erikoisteräksistä teollisesti. /1, s. 52–53; 5, s. 2./

Varaajista puhutaan myös silloin, kun laitetta käytetään lämpimän käyttöveden lisäksi myös lämmitysveden tuottamiseen. Pientaloissa tällaisten varaajien tilavuus on yleensä 500–3 000 litraa. Jos varaajaa käytetään myös lämmitysveden tuottamiseen, yleensä varaaja on paineistamaton ja käyttövesi lämmitetään erillisellä lämmönsiirtimellä. Varaajan sisällä oleva neste on tavallisesti lämmitysjärjestelmässä kiertävää vettä. /1, s. 52–53; 5, s. 2./

Kummassakin tapauksessa varaajassa yritetään pitää yllä lämpötilakerrostuneisuutta. Tämä toteutetaan sijoittamalla putkiyhteet, siten ettei alaosassa sijaitseva kylmä vesi sekoitu yläosan lämpimän veden kanssa. Varaajan rakenteella on myös vaikutusta lämpötilakerrostuneisuuteen. Paras mahdollinen varaajan rakenne on korkea ja kapea. /1, s. 52–52; 2, s. 18–19; 5, s. 2./

### **2.1 Varaajan mitoitus**

Vedenlämmitin mitoitetaan lämpimän käyttöveden tarpeen perusteella. Tavallisesti mitoituksessa käytetään arvona noin 30–100 l/hlö/vrk ja keskiarvona voidaan pitää 50 l/hlö/vrk. Lämmitysjärjestelmän varaaja mitoitetaan yleensä huippukauden lämmitystehontarpeen mukaan, joten sen vaikutus aurinkolämpöjärjestelmään on pieni. /1, s. 56./

## 2.2 Hybridivaraajat

Hybridivaraajat ovat matalalämpöjärjestelmien esimerkiksi, lämpöpumppujen ja aurinkoenergian, rinnalle kehitettyjä energiavaraajia, joista saadaan vesikiertoisen lattija/tai patterijärjestelmän lämmitys sekä lämmin käyttövesi. Hybridivaraajat ovat myös hyvin usein varustettu aurinkokierukalla joka mahdollistaa helpon auringon hyödyntämisen esimerkiksi käyttöveden lämmittämiseen.

Hybridivaraaja oikean toiminnan varmistamiseksi on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota veden lämpökerrostumiseen. Tämä tarkoittaa, että lämmin, mahdollisesti tulistettu, vesi nousee varaajan yläosiin ja viilennyt, talon lämmitykseen energiansa jo luovuttanut, vesi valuu varaajan pohjalle. Tätä ilmiötä hyväksikäyttäen varaajasta saadaan käyttöön juuri oikean lämpöinen vesi kuhunkin käyttötarkoitukseen.

Varaajan alaosan lämpötilan pysyminen alhaisena on edellytys lämpöpumpun taloudelliselle toiminnalle.

Esimerkiksi nelihenkinen perhe tarvitsee 120 - 200 litraa lämmintä vettä päivässä. Jos veden kulutusta seurataan ja mitataan erikseen, voidaan lämpimän käyttöveden tarve arvioida karkeasti noin 40 %:ksi kylmän veden tarpeesta.

Mikäli veden kokonaiskulutusta ei ole mitattu, käytetään lämpimän käyttöveden määrän oletusarvona asuinrakennuksissa  $0,6 \text{ m}^3/\text{brm}^2$  ( $= 600 \text{ dm}^3/\text{brm}^2$ ) vuodessa.

Kun tiedetään lämpimän veden tarve, voidaan arvioida tarvittavan lämmönvaraajan tilavuus. Sen tulisi olla 2-3 kertaa päivittäinen lämpimän veden tarve.

### TAULUKKO 1: Suuntaa antavia mitoitustietoja aurinkolämpöjärjestelmälle

/11 s.10 /

Käyttövesi, litraa/päivä	Varaaja, litraa	Keräin, m <sup>2</sup>
100-200	300	4-6
200-300	500	6-8
300-500	800	8-10
500-800	1000	10-15



Markkinoilta löytyy hyvin erilaisia ratkaisuja hybridivaraajan oikeanlaisen lämpökerrostumisen aikaansaamiseksi.

Toteutustapana yleisin on jakaa varaaja kahteen osaan lämmönkerrostumislevyllä ja ohjata lämminvesi ohjausputkistoa pitkin varaajan yläosaan ja viileä vesi alaosaan. Tällä tavalla toteutetuissa varaajissa aurinkokierukka on sijoitettu varaajan alaosaan jolloin pystytään aina hyödyntämään mahdollisimman paljon matalassa lämpötilassa olevaa energiaa. Valmistajasta riippuen aurinkokierukka on joko sijoitettu pystyyn tai vaakaan varaajan alaosassa. Kuvassa 1 näkyy Capiton hybridivaraaja, jossa aurinkokierukka on sijoitettu varaajan alaosaan ja sen päälle on asennettu kerrostumalevy.

Jäspi-hybridivaraaja koostuu kahdesta sisäkkäisestä haponkestävästä teräksestä valmistetusta säiliöstä ja niiden vesi-, anturi-, vastus-, ja aurinkokierukkayhteistä sekä varaajan eristyksestä. Jäspi Hybridivaraajan ulompi säiliö toimii rakennuksen lämmityskierron vesivaraajana ja sisempi säiliö käyttöveden varaajana.



**KUVA 1 Capito-hybridivaraaja.**

## 2.3 Energiavaraajat

Suomessa käytetään yleisesti paineettomia (1,5 bar) energiavaraajia, joissa on kaksi tai kolme kierukkaa. Näitä varaajia käytetään yleensä kiinteän polttoaineen ja vesikiertoisien lämmityksen yhteydessä.

Energiavaraajia kannattaa käyttää etenkin lattialämmitykseen, jonka myötä voidaan hyödyntää myös matalat paluulämpötilat (usein alle 30°C). Energiavaraajan tilavuudeksi suositellaan vähintään noin 100–200 litraa henkilöä kohti. Monissa lämpöjärjestelmissä talon lämmitystarve määrää varaajan koon. Esimerkiksi puukattilan yhteydessä varaaja on syytä mitoittaa siten, että kovallakin pakkasella riittää yksi päivittäinen lämmityskerta./7/

Energiavaraajan rakenteellisesti tärkein komponentti on eristys. Markkinoilla on pääsääntöisesti kahta erilaista tapaa toteuttaa eristys.

Yleisin tapa on eristää energiavaraaja uretaanilla. Tämän tavan huonona puolena on sen kuljettaminen esimerkiksi ahtaaseen kellariin. Varaajan siirtäminen vaikeutuu huomattavasti, kun eristys on valmiiksi paikoillaan ja kasvattaa siten halkaisijaa, korkeutta ja painoa.

Toinen tapa toteuttaa eristys on vaahtoeriste, joka on irrotettavissa. Tämän tavan etuna on helpompi liikuteltavuus, koska yleensä eriste toimitetaan erillisenä ja se asennetaan vasta, kun varaaja on omalla paikallaan. Tämä eristystapa vaatii asentajalta enemmän huolellisuutta kuin uretaani, koska saumat tulee saada tiiviiksi.

Energiavaraajat on yleensä varustettu valmiiksi sähkövastuksilla, jolloin saadaan tarvittaessa tuotettua käyttövesi ja lämmitys sähköllä tai mahdollisesti tulistettua käyttövesi tarpeeksi korkeaan lämpötilaan.



**KUVA 2 Energiavaraaja.**

### **3 LÄMMÖNTUOTANTOTAVAT**

Hybridijärjestelmään soveltuvia lämmöntuotantotapoja on lähes kaikki markkinoilla olevat järjestelmät. Yleisimmät päälämmitysmuodot ovat maalämpö, öljy- ja puulämmitysjärjestelmät. Nykyään yleisimmät lisälämmitysjärjestelmät ovat aurinkolämmitys ja kovaa vauhtia suosiotaan kasvattavat vesitakat.

#### **3.1 Maalämpö**

Maalämpö on aurinkoenergiaa, joka on varastoitunut maa- ja kallioperään sekä vesistöihin. Maalämpöpumpulla tarkoitetaan laitteistoa, jolla kerätään lämpö edellä mainituista lämmönlähteistä. Lämmönkeruuputkiston voi asentaa veteen, porakaivoon tai suoraan maahan. Maalämpöpumppu kierrättää putkistossa nestettä ja siirtää maasta saatavan lämmön kylmäaineeseen höyrystin-lämmönsiirtimen avulla. Kylmäaine luovuttaa lämpöä ensin höyrynjäähdytin-lämmönsiirtimessä käyttöveteen ja lauhdutin-lämmönsiirtimessä vesikiertoiseen lattialämmitykseen. Järjestelmä mitoitetaan korke-

aan höyrystymislämpötilaan (0–3 °C) ja alhaiseen lauhtumislämpötilaan (35–40 °C), joilla parannetaan laitteiston hyötysuhdetta. /10/

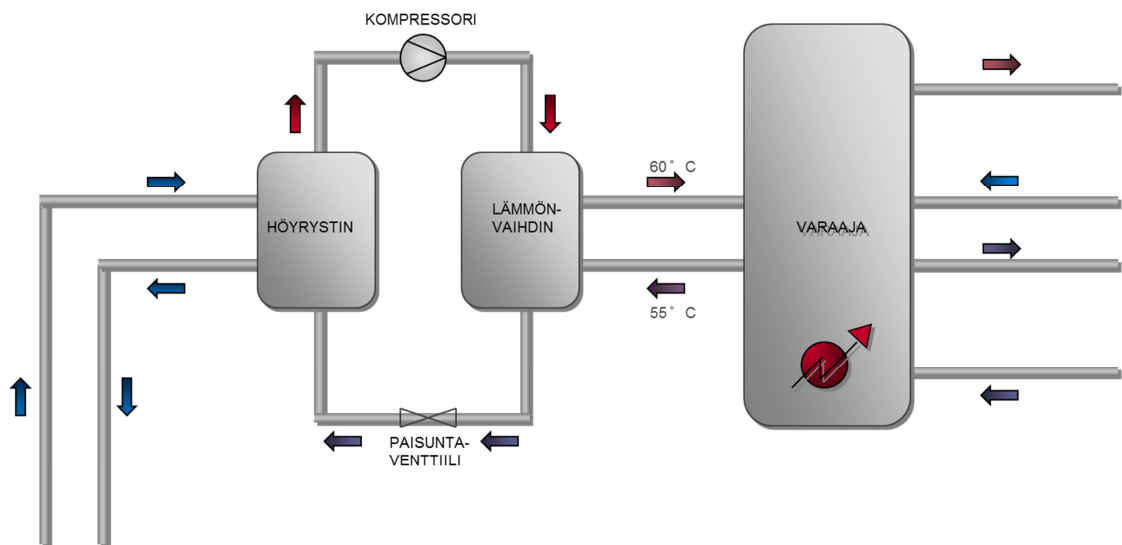
Maalämpöpumpun kompressori tarvitsee sähköä toimiakseen. Maalämpöpumpun tuottamasta lämmöstä noin  $\frac{2}{3}$  on maaperästä otettua uusiutuvaa energiaa ja noin  $\frac{1}{3}$  on tuotettu sähköllä.

Maalämpöpumppu voidaan asentaa esimerkiksi kodinhoitohuoneeseen, mutta huoltotöiden kannalta erillinen tekninen tila on suositeltavampi. Vesikiertoinen lattialämmitys soveltuu erityisen hyvin maalämpöpumpun lämmönjakotavaksi, sillä lattialämmitysverkostoon menevän veden ei tarvitse olla niin lämmintä kuin patteriverkossa. Tämä parantaa lämpöpumpun hyötysuhdetta koska, tarvittava lämpö saadaan tuotettua ilman sähköllä tehtävää tulistusta.

Lämpöpumpun investointikustannukset ovat melko suuret verrattuna esimerkiksi suoraan sähkölämmitykseen, mutta käyttökustannukset ovat edulliset ja järjestelmä ei ole niin altis energian hinnan vaihteluille. Asukkaiden kannalta maalämpöpumppu on myös helppokäyttöinen, sillä se vaatii vain vähän huolto- ja tarkistustoimia. /6/

### 3.1.1 Maalämpöpumppujärjestelmän osat

Maalämpöpumppukokonaisuuden osat ovat kompressorin, jakelulaitteiston, paisunta-venttiilin, höyrystin, varaaja ja lämmönkeruuputkisto ja sen pumppu. Maalämpöpumpun avulla lämpö otetaan höyrystimestä matalassa lämpötilassa olevasta, esimerkiksi maassa putkistossa kiertävästä liuoksesta. Kylmäaine kiehuu höyrystimestä kaasuksi ja sitoo sieltä ottamansa lämmön ja siirtyy edelleen kompressorin. Kompressorin imee höyrystimestä syntyvää kylmäainehöyryä ja puristaa sitä korkeaan paineeseen, jolloin höyry kuumenee. Korkeapaineinen kuuma höyry jäähdytetään lauhduttimessa, jossa se nesteytyy ja luovuttaa samalla höyrystimestä sekä lisäksi kompressorissa sitoneen lämpönsä varaajaan ja sieltä rakennuksen lämmitys- ja käyttövesijärjestelmiin.



KUVA 3 Maalämpöpumppu.

### 3.2 Öljylämmitys

Öljylämmitys toteutetaan yleensä vesikiertoisella patteriverkostolla tai lattialämmityksellä. Öljypoltin ruiskuttaa öljykattilaan kuumennettua polttoöljyä sumuna ja palamiseen tarvittava ilma puhaltimella. Tulipesään syntyy ylipaine, jolloin kuumat kaasut pyyhkivät voimakkaasti tulipintoja ja niiden takana oleva vesi lämpenee ja siirtää polttoaineen sisältämän lämmön patteriverkoston ja käyttöveden lämmönvaihtimen kautta. Öljypoltin käynnistyy ja sammuu tarpeen mukaan. Tarvittaessa voidaan ennakoida säätilan muutokset polttimon ohjelmoinnissa.

Järjestelmä edellyttää savuhormia, öljysäiliötä, öljykattilaa ja vesikiertoisen patteriverkoston, Öljylämmitys edellyttää vuosittain nuohousta, öljypolttimen huoltoa ja öljysäiliön täyttämisen.

### 3.3 Aurinkolämmitys

Aurinko on maapallon elämän perusta. Aurinko on ihmisen näkökulmasta ehtymätön energianlähde, ja lähes kaikki ihmisten käyttämät energiamuodot ovat alkujaan peräisin auringosta. Perinteisetkin polttoaineet ovat varastoitunutta aurinkoenergiaa, joka on aikojen saatossa tiivistynyt öljyksi, hiileksi ja maakaasuksi tai muuttunut fotosynteesin kautta orgaaniseksi aineeksi, kuten puuksi. Aurinkoenergiaa käyttämällä säästetään uusiutumattomia energianlähteitä ja samalla voidaan vähentää tarvittavan lämmitysenergian tarvetta talossa. /1, s. 8–9; 2, s. 2; 3, s. 148–151./

Aurinkolämmityksessä lämpöenergia otetaan talteen suoraan auringon säteilyenergiasta. Tämä voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla, joko passiivisella aurinkolämmityksellä tai aktiivisella aurinkolämmityksellä. Auringonsäteilyn hyödyntämisen ongelmana Suomessa on lämmitystarpeen ja auringonsäteilyn eriaikaisuus. Tästä johtuen Suomessa aurinkolämmitys soveltuu lähinnä lämpimän käyttöveden, huonetilojen ja uima-altaiden lämmittämiseen kesäaikana. Auringolla voidaan näin ollen peittää vain osa rakennuksen lämmitysenergian tarpeesta. Aurinkolämmitysjärjestelmien toimintaan vaikuttavat oleellisesti myös paikalliset erot ja sijainti. Etelässä aurinkolämpöä voidaan hyödyntää lähes läpi vuoden, mutta pohjoisessa vain kesäaikana, koska maan

liikerata aiheuttaa muutoksia auringonsäteilyn tehoon ja määrään. /5; 4, s. 22; 3, s. 148–150./

Pientaloissa aurinkolämmitys toimii lisälämmityksenä, jota käytetään esimerkiksi lämpimän käyttöveden lämmitykseen tai huonetilojen lämmitykseen kesä aikana. Aurinkolämmitys kytketään peruslämmitysjärjestelmän rinnalle, joka on yleensä lämmityskattila tai varaava sähkölämmitys. Aktiivinen aurinkolämmitys vaatii aina erillisen varaajan, johon auringosta saatu energia varastoidaan. Lämpöenergia varastoidaan yleensä lyhytaikaisesti yön yli tai korkeintaan vuorokaudeksi. Jos lämpöenergiaa halutaan käyttää huonetilojen lämmittämiseen, lämmönjako tulisi toteuttaa matalalla lämpötilatasolla, kuten lattia- tai ilmalämmityksellä. Koska aurinkolämpöjärjestelmän lämpötilatasot ovat matalia lämmityskauden aikana, käyttämällä esimerkiksi lattialämmitystä saadaan aurinkoenergiaa enemmän hyödynnetyksi. /3, s. 148–155; 5, s. 1–4./

### 3.3.1 Aurinkolämmityksen pääosat

Aurinkolämpöjärjestelmän pääosat ovat aurinkokeräin, putkisto, lämmönsiirrin, varaaja, pumppuyksikkö ja ohjausyksikkö eli säädin.

Aurinkokeräimen tehtävänä on kerätä tai vastaanottaa auringonsäteilyä ja muuttaa tämä lämmöksi, joka johdetaan keräimestä ilman tai nesteen avulla lämpövarastoon tai suoraan käyttökohteeseen. Aurinkokeräimen toiminta perustuu siihen, että musta (absorbaattorin) pinta lämpenee auringonsäteilystä ja näin aurinkolämpö saadaan talteen. /1, s. 30; 4, s. 72./

Keräinten mitoituksessa ja asennuksessa otetaan huomioon kesäajan tilanne ja lämmöntarve. Käytännössä mitoitus perustuu lämpimän käyttöveden tarpeeseen. Jos keräimet mitoitetaan kesäkuukausien käyttövedenlämmöntarpeen mukaan, tuotetaan aurinkoenergialla tällöin noin 40–50 % lämpimästä käyttövedestä vuosittain. Asennuksessa keräimet suunnataan etelään  $\pm 15^\circ$ . Ympärivuotisessa käytössä asennuskulmana on  $20\text{--}60^\circ$  ja vain kesäkäyttöön suunnitellussa järjestelmässä asennuskulma on  $15\text{--}45^\circ$ . Oikea asennuskulma mitataan vaakatasosta. Keräimen vuotuinen energian tuotto Suomessa on noin  $150\text{--}400 \text{ kWh/m}^2$ . Energian tuottoon vaikuttaa keräimen

sijainti, toimintalämpötila ja paikalliset erot. Lämmönsiirtimen mitoitus tehdään keräinten mitoituksen yhteydessä tuotetun tehon perusteella. /1, s. 56; 5, s. 3./



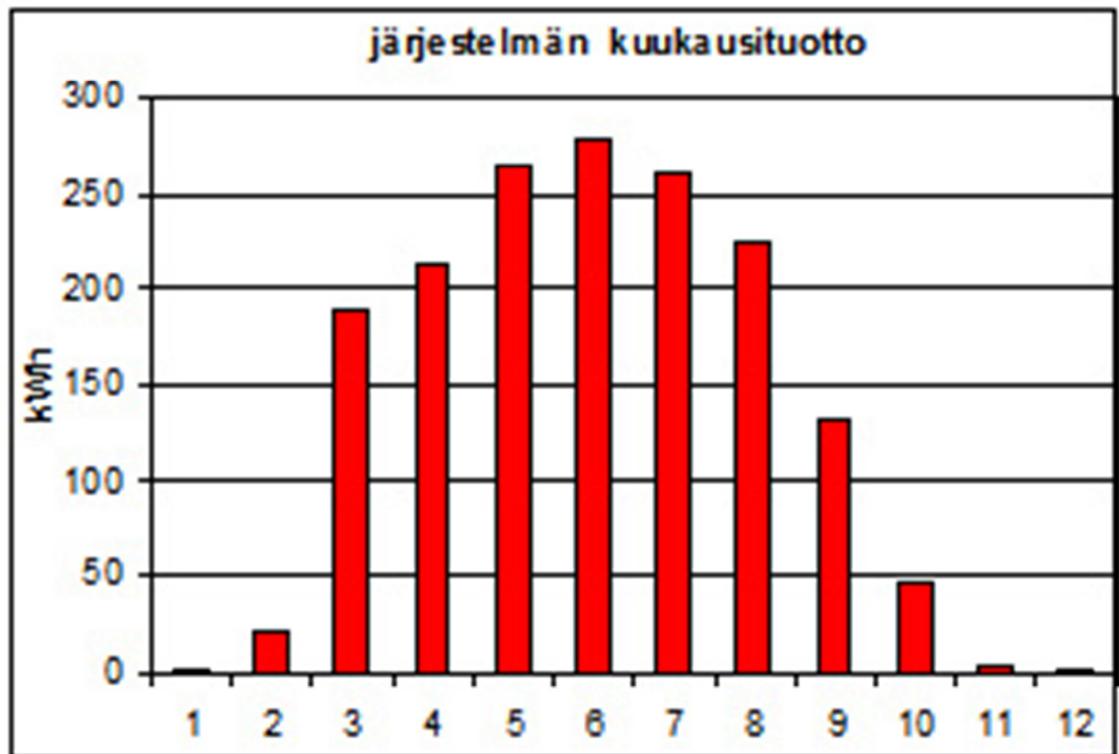
**KUVA 4 Aurinkokeräimet.**

### **3.3.2 Tuotto**

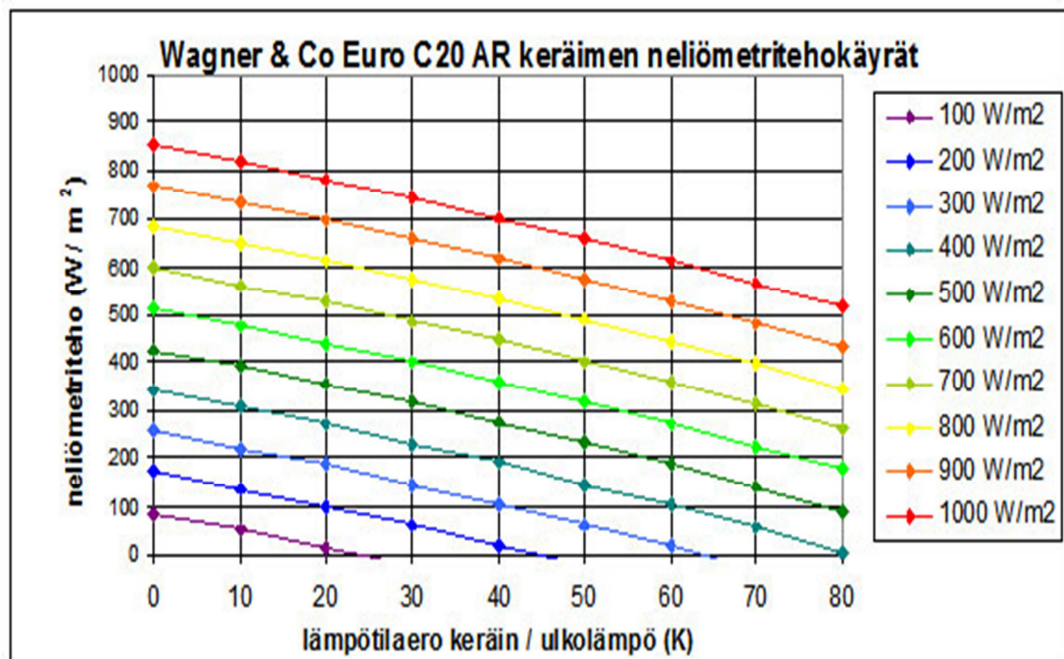
Esimerkki Wagner & Co C20 AR-keräimen tuotosta:

- Wagner & Co C20 AR-keräimen teknisettiedot:
- Apertuuripinta-ala: 2,373 m<sup>2</sup>
- Keräimen optinen hyötysuhde: 0,854
- Lämmönläpäisykerroin: 3,37 W/m<sup>2</sup>\*K





KUVA 5 Kuukausituotto /8/.



KUVA 6 Tehokäyrät /8/.

### **3.4 Vesikiertoinen takka**

Vesikiertoiset takat ovat markkinoilla uusin tulokas lämmitysjärjestelmäratkaisuissa. Vesikiertoisia takkoja on monenlaisilla toteutuksilla, mutta yleisimmät mallit ovat varustettu omalla vesisäiliöllä, josta lämmennyt vesi siirretään erilliseen varaajaan, sekä ns. takkasydänmallit, joissa lämmityskierukka on asennettu suoraan takan runkoon ja putkistolla on oma pumppuryhmä, joka kierrättää vettä varaajan ja takan välillä.

## **4 HYBRIDIJÄRJESTELMÄVAIHTOEHDOT JA TOIMINTA**

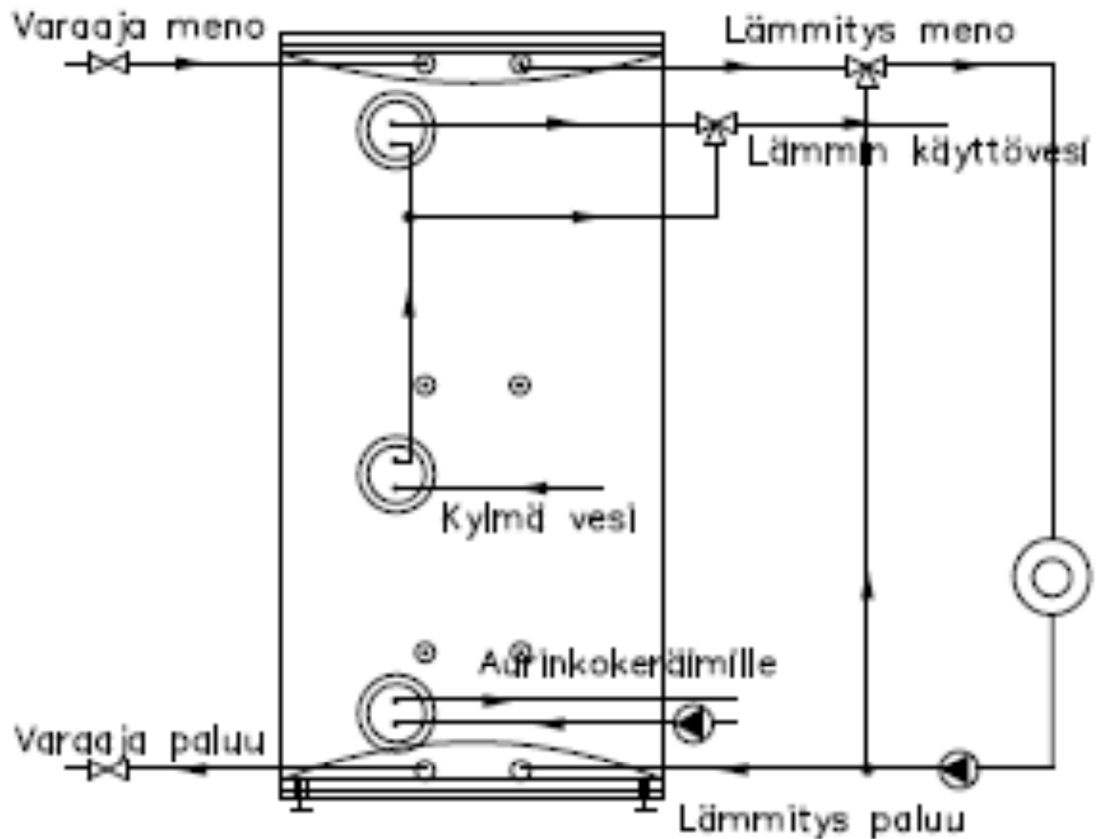
Kohdasta 4.1.1 löytyy periaatekytkentäkaavio maalämpöpumpusta yhdistettynä hybridivaraajaan ja aurinkokeräimiin sekä toimintaperiaate kohdasta 4.1. Lisää kytkentäkuvia eri järjestelmistä löytyy liitteistä 1, 2 ja 3.

### **4.1 Maalämpö ja aurinkolämpö**

Varaajan lämpötilan laskiessa asetusarvon alapuolelle maalämpöpumppu käynnistyy ja tuottaa varaajaan lämpöä. Kun varaajan lämpötila ylittää pyyntiarvon, maalämpöpumppu pysähtyy.

Aurinkolämpöjärjestelmää ohjaa automatiikka. Pumppu käynnistyy, kun varaajan kerrostumalevyn alapuolella lämpötila on alhaisempi kuin aurinkokeräimien lämpötila. Pumppu pysähtyy, kun varaajan lämpötila laskee raja-arvon alle.

Seuraavalla sivulla on esitetty periaatekytkentäkuva, jossa varaajaan on liitetty maalämpöpumppu ja aurinkokeräimet.



KUVA 7 Kytkentäperiaatekuva.

## 5 UUDISRAKENNUS VANTAA

Kohde on uudisrakennus, johon on suunnitteilla maalämpö erillisellä varaajalla korkean vedenkulutuksen vuoksi. Kohteen bruttoala on 272 brm<sup>2</sup> ja ilmatilavuus 650m<sup>3</sup>. Kohde pyritään saamaan energiatehokkuusluokkaan A.

Kohteeseen on laskettu ja mitoitettu kaksi eri järjestelmää, joita on verrattu hankintakustannuksiltaan sekä käyttökustannuksiltaan 15 vuoden ajalta.

Kustannuslaskelmissa käytetyt hinnat ovat ovh-hintoja, jotka maahantuojat ovat antaneet. Asennus- ja tarvikehinnat ovat arviohintoja peruskohteisiin. Maalämmön poraushintana on käytetty 35€/m olettaen, että kohteessa ei ole mitään muuttujia maalajin suhteen.

## 5.1 Lämmitysenergiantarve

Liitteestä 6 löytyy kohteesta tehty energiatodistus, jonka mukaan alla olevat laitteistot on mitoitettu. Rakennuksen kokonaislämmitysenergiankulutus on 23482 kWh/a.

## 5.2 Laitteisto

Laitteistona on käytetty Oilon HOME:n tuotteista löytyvää Geopro GT-sarjan maalämpöpumppuja, Oilon HOME:n Solarpro-aurinkokeräimiä sekä Capito-varaajia.

### 5.2.1 Maalämpölaitteisto erillisellä varaajalla

Maalämpö on mitoitettu täysitehoiseksi, jolloin saadaan maalämpöpumpun kooksi 9 kW. Täysitehoiseksi mitoitettaessa maalämpöpumppu ei tarvitse lisälämmitystehoa erikseen. Liitteestä 4 löytyy Geopro GT9-tekniset tiedot.

Varaajan koko määräytyy käyttövedenkulutuksen mukaan, joka on esitetty energiato-  
distuksessa liitteessä 6. Käyttövedenkulutus on 73 m<sup>3</sup>/a, mikä on 200 litraa päivä. Tä-  
män pohjalta saadaan varaajan kooksi 450 litraa. Kyseiseen kohteeseen valittiin ener-  
giavaraajaksi Capito MPD450.

Laitteiston käyttämä sähköenergia vuodessa on 7824,50kWh.

Laitteiston kokonaiskustannuksiksi tuli 16183 €. Alla olevasta taulukosta 2 näkyy eri  
osa-alueiden hinnat:

**TAULUKKO 2, Laitteistokustannukset.**

Tuote	Hinta, €
Maalämpöpumppu, Geopro GT9	6458
Poraus, 157m	5495
Varaaja, MPD450	2230
Asennus + tarvikkeet	2000
Kokonaishinta	16183

### 5.2.2 Maalämpölaitteisto hybrdivaraajalla ja aurinkokeräimillä

Maalämpö on mitoitettu osatehoiseksi, jolloin saadaan kooksi 7 kW. Maalämpöpumppu kattaa 86 % lämmitystehontarpeesta. Liitteestä 4 löytyy Geopro GT7:n tekniset tiedot.

Varaajan koko pysyy samana kuin perusmaalämpöpumppupaketissa, koska käyttövedenkulutus ei muutu mihinkään. Varaajaksi valittiin SPD450.

Aurinkokeräimiksi valittiin Solarpro SPSL20, joiden arvioitu tuotto säävyöhyke 1 alueella on 340kWh/m<sup>2</sup>/a. Aurinkokeräimiä asennetaan neljä kappaletta, joiden kokonaispinta-alaksi tulee 8,6m<sup>2</sup>. Aurinkokeräimien tuottama lämpöenergia vuodessa on 2924kWh, jolla katetaan maalämpölaitteiston lisälämmitystehontarve. Aurinkokeräimen tekniset tiedot löytyvät liitteestä 5.

Laitteiston käyttämä sähköenergia vuodessa on 6857,67kWh.

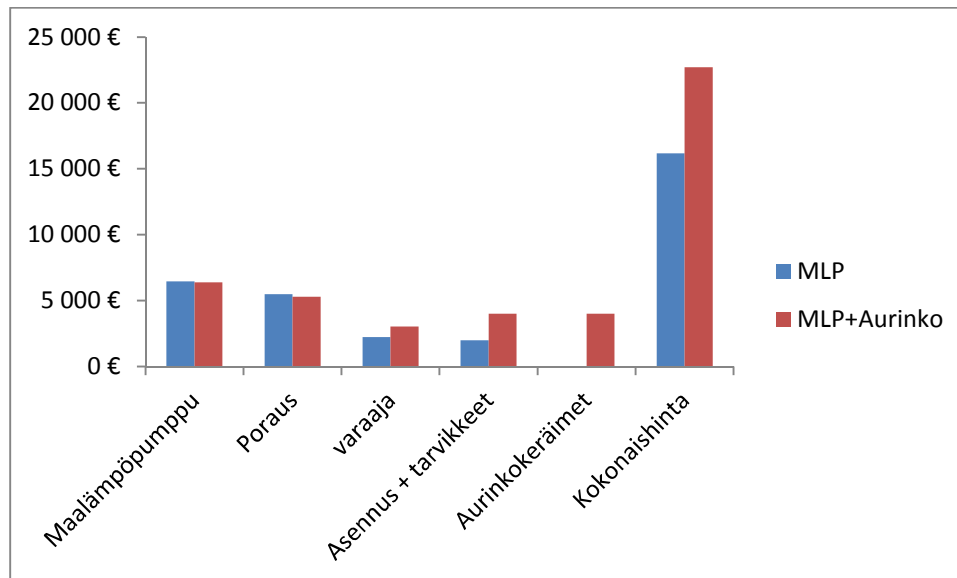
Laitteiston kokonaiskustannukseksi tuli 22711€. Alla olevasta taulukosta 3 löytyy eri osa-alueiden hinnat:

**TAULUKKO 3, Laitteistokustannukset.**

Tuote	Hinta, €
Maalämpöpumppu, Geopro GT7	6396
Poraus, 151m	5285
Varaaja, SPD450 + SWT2,3	3030
Asennus + tarvikkeet	4000
Aurinkokeräimet, SPSL20, 4kpl	4000
Kokonaishinta	22711

### 5.3 Hankintahintavertailu

Alla olevasta diagrammista näkyy laitteistojen hankintahinnat vierekkäin. Kuten diagrammista huomataan, aurinkolämpöjärjestelmällä ei saavuteta merkittävästi halvempaa hintaa päälämmitysjärjestelmälle. Kokonaishintaeroksi tuli 6528€.

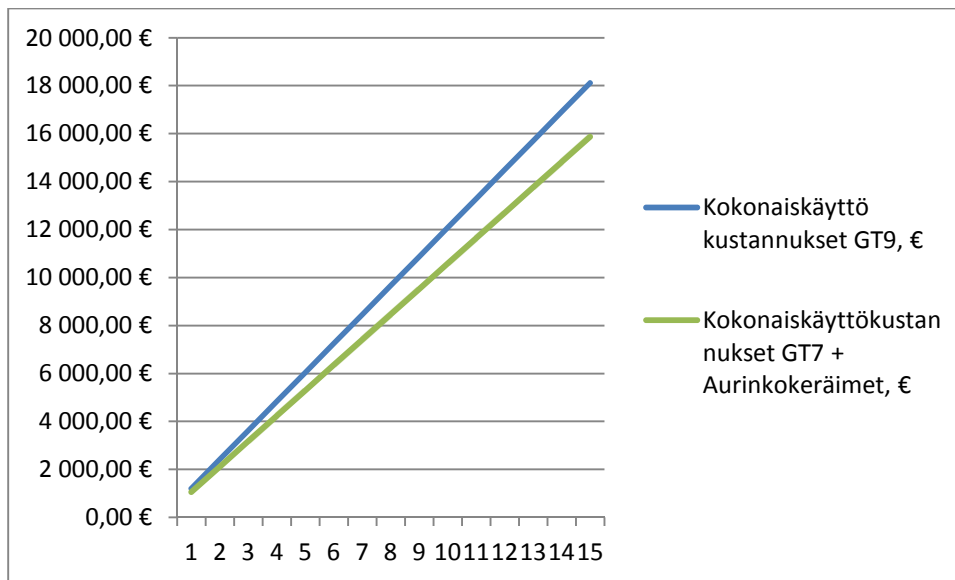


**KUVA 8 Hankintakustannukset.**

### 5.4 Kulutusvertailu

Kulutusvertailu on tehty Energiamarkkinaviraston ylläpitämän sähkönhintaseurannan mukaan. Sähkönhinta sisältää sähkönsiirron sekä kaikki voimassa olleet verot. Sähkön hinta on valittu 1.10.2011 mukaan pientaloihin käytettävän vertailun mukaan. Kyseisen ajankohdan vertailuhinta on 15,43snt/kWh. /12 s.4/

Seuraavalla sivulla olevasta diagrammista näkyy kokonaiskäyttökustannukset 15 vuoden ajalta.



**KUVA 9 Käyttökustannukset.**

Diagrammista ilmenee hybridijärjestelmän 2244,90€ halvemmat käyttökustannukset kyseisellä ajanjaksolla.

### 5.5 Päätelemät

Hankintahintavertailusta ja kulutusvertailusta huomataan, että hybridijärjestelmä ei ole käyttökustannuksiltaan niin paljon edullisempi, että se olisi rahallisesti kannattava sijoitus 15 vuoden ajanjaksolla. Itsessään hybridivaraaja ei nosta kustannuksia vielä merkittävästi, joten se voi olla järkevä hankinta tulevaisuutta ajatellen, jolloin saadaan paljon lisämahdollisuuksia muokata järjestelmää.

Hybridijärjestelmä aurinkokeräimillä tulee rahallisesti kannattavammaksi ratkaisuksi, kun aurinkokeräimien hinnat laskee tai sähkönhintaa nousee tuntuvasti.

## **6 SANEERAUSKOHDE VANTAA**

Kohde sijaitsee Vantaalla, ja se on vuonna 1971 rakennettu 1½-kerroksinen talo. Talossa asuu nelihenkkinen perhe. Kohteen lämmin pinta-ala on 185m<sup>2</sup> ja tilavuus 495m<sup>3</sup>. Ilmanvaihto on toteutettu koneellisella poistoilmalla. Vanha öljykattila on Aritermin valmistama ja polttimena Oilon junior. Öljykattilan hyötysuhde on ~85 %.

Kohteeseen on laskettu ja mitoitettu kaksi eri järjestelmää, joita on verrattu hankintakustannuksiltaan sekä käyttökustannuksiltaan 15 vuoden ajalta.

Kustannuslaskelmissa käytetyt hinnat ovat ovh-hintoja, jotka maahantuojat ovat antaneet. Asennus- ja tarvikehinnat ovat arviohintoja peruskohteisiin. Maalämmön poraushintana on käytetty 35€/m olettaen, että kohteessa ei ole mitään muuttujia maalajin suhteen.

### **6.1 Lämmitysenergiantarve**

Öljynkulutus on mitattu ja laskettu kahden viimeisen vuoden keskiarvo kulutuksen mukaan, joka on ollut 3721 litraa vuodessa. Lämmitysenergiantarve öljynkulutuksen mukaan laskettuna on 31628,50 kWh.

### **6.2 Laitteisto**

Laitteistona on käytetty Oilon HOME:n tuotteista löytyvää Geopro GT-sarjan maalämpöpumppuja, Oilon HOME:n Solarpro-aurinkokeräimiä sekä Capito-varaajia.

#### **6.2.1 Maalämpölaitteisto erillisellä varaajalla**

Maalämpö on mitoitettu kattamaan 99,6% energiantarpeesta, jolloin lisälämmitysenergiantarve on 116kwh vuodessa, joka katetaan sähkövastuksella. Tällä mitoituksella oikeankokoinen maalämpöpumppu kohteeseen on Geopro GT11. Liitteestä 4 löytyy Geopro GT11:n tekniset tiedot.



Varaajan koko määräytyy käyttövedenkulutuksen mukaan. Mitattu käyttövedenkulutus vuodessa on ollut keskimäärin  $80,3 \text{ m}^3$ , mikä tarkoittaa 220 litran kulutusta päivää kohden. Tämän pohjalta saadaan varaajan kooksi 450 litraa. Kyseiseen kohteeseen valittiin energiavaraajaksi Capito MPD450.

Laitteiston käyttämä sähköenergia vuodessa on 10504kWh.

Laitteiston kokonaiskustannuksiksi tuli 18135 €. Ala olevasta taulukosta 4 näkyy eri osa-alueiden hinnat:

**TAULUKKO 4, Laitteistokustannukset.**

Tuote	Hinta, €
Maalämpöpumppu, Geopro GT11	6765
Poraus, 204m	7140
Varaaja, MPD450	2230
Asennus + tarvikkeet	2000
Kokonaishinta	18135

### 6.2.2 Maalämpölaitteisto hybridivaraajaalla ja aurinkokeräimillä

Maalämpö on mitoitettu kattamaan 99,3 % energiantarpeesta, jolloin lisälämmitysenergian tarve on 187 kwh vuodessa, joka katetaan sähkövastuksella ja aurinkokeräimillä. Tällä mitoituksella oikeankokoinen maalämpöpumppu kohteeseen on Geopro GT9. Liitteestä 4 löytyy Geopro GT9:n tekniset tiedot.

Varaajan koko käyttövedenkulutuksen mukaan laskettuna on 400-500. Varaajaksi valittiin SPD450.

Aurinkokeräimiksi valittiin Solarpro SPSL20, joiden arvioitu tuotto säävyöhyke 1 alueella on  $340 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$ . Aurinkokeräimiä asennetaan neljä kappaletta, joiden kokonaispinta-alaksi tulee  $8,6 \text{ m}^2$ . Aurinkokeräimien tuottama lämpöenergia vuodessa on 2924 kWh, jolla katetaan maalämpölaitteiston lisälämmitystehontarve. Aurinkokeräimen tekniset tiedot löytyvät liitteestä 5.

Laitteiston käyttämä sähköenergia vuodessa on 9506kWh.

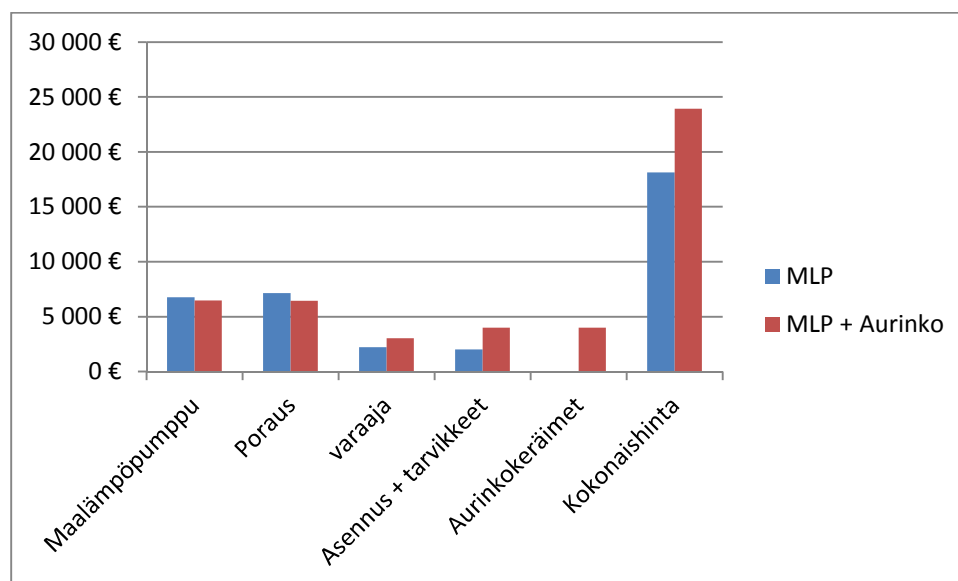
Laitteiston kokonaiskustannukseksi tuli 23928€. Alla olevasta taulukosta löytyy eri osa-alueiden hinnat:

**TAULUKKO 5, Laitteistokustannukset.**

Tuote	Hinta, €
Maalämpöpumppu, Geopro GT9	6458
Poraus, 184m	6440
Varaaja, SPD450 + SWT2,3	3030
Asennus + tarvikkeet	4000
Aurinkokeräimet, SPLS20, 4kpl	4000
Kokonaishinta	23928

### 6.3 Hankintahintavertailu

Alla olevasta diagrammista näkyy laitteistojen hankintahinnat vierekkäin. Kuten diagrammista huomataan, mentäessä isomman kokoluokan laitteistoihin hintaerot kasvavat, mutta ovat silti suhteessa niin paljon pienemmät saatavaan hyötyyn nähden, että hybridijärjestelmän hankinta ei ole taloudellisesti kannattavaa. Kokonaishintaeroksi tuli 5793 €.

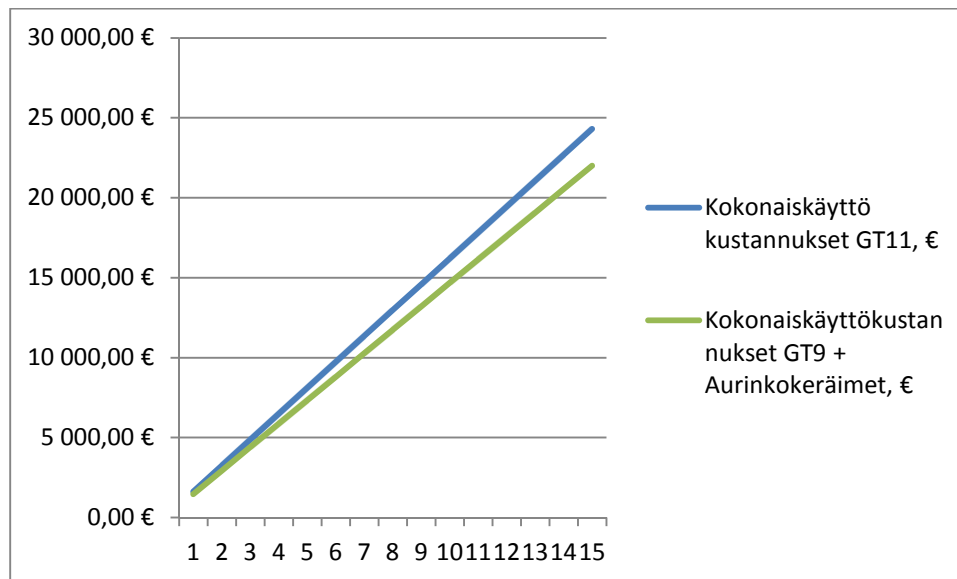


**KUVA 10 Hankintakustannukset.**

## 6.4 Kulutusvertailu

Kulutusvertailu on tehty Energiamarkkinaviraston ylläpitämän sähköhintaseurannan mukaan. Sähkönhinta sisältää sähkönsiirron sekä kaikki voimassa olleet verot. Sähkön hinta on valittu 1.10.2011 mukaan pientaloihin käytettävän vertailun mukaan. Kyseisen ajankohdan vertailuhinta on 15,43snt/kWh. /12, s.4/

Alla olevasta diagrammista näkyy kokonaiskäyttökustannukset 15 vuoden ajalta. Hybridijärjestelmä säästää halvemmilla käyttökustannuksillaan 2310 € kyseisen ajanjakson aikana.



**KUVA 11 Käyttökustannukset.**

## 6.5 Päätelmät

Hankintahintavertailusta ja kulutusvertailusta huomataan, että hybridijärjestelmän tuottama säästö käyttökustannuksissa ei ole niin paljon, että se olisi taloudellisesti kannattava investointi 15 vuoden ajanjaksolla. Itsessään hybridivaraaja ei nosta kustannuksia vielä merkittävästi, joten se voi olla järkevä hankinta tulevaisuutta ajatellen, jolloin saadaan paljon lisämahdollisuuksia muokata järjestelmää.

Hybridijärjestelmä aurinkokeräimillä tulee rahallisesti kannattavammaksi ratkaisuksi, jos aurinkokeräimien hinnat laskevat tai sähkönhinta nousee tuntuvasti.

## 7 YHTEENVETO

Tulosten osalta voidaan huomata, että tämänhetkisessä tilanteessa perinteinen lämmitysjärjestelmä vaihtoehto, johon ei ole liitetty lisälämmönlähteitä, tulee kokonaiskustannuksiltaan 15 vuoden ajanjaksolla edullisimmaksi. Tuloksia ei voida katso täysin vedenpitäviksi, koska laitteistoja on paljon erilaisia ja toteutustavoista tulevat muutujat ovat merkittäviä kokonaishinnassa. Suuri muuttuja on myös energianhinta, joka muuttuu hyvin nopeassa syklissä ja ei ole mitenkään sidottu johonkin tiettyyn muuttujaan. Energian hinnan nousulla ero perinteisen ja hybridilämmitysjärjestelmän välillä kasvaa hyvinkin nopeasti hybridijärjestelmän hyväksi.

Nykyään ja tulevaisuudessa vielä enemmän tullaan kiinnittämään huomiota energiatehokkuuteen, ja tämän takia vartenotettava vaihtoehto on investoida valmiiksi hybridivaraajaan, joka mahdollistaa tulevaisuudessa lisälämmönlähteiden liittämisen järjestelmään. Tällä keinoin saadaan valmiiksi pienennettyä tulevaisuudessa mahdollisesti tehtäviä investointeja, koska ei tarvita vaihtaa varaajaa järjestelmän toteuttamiseksi.

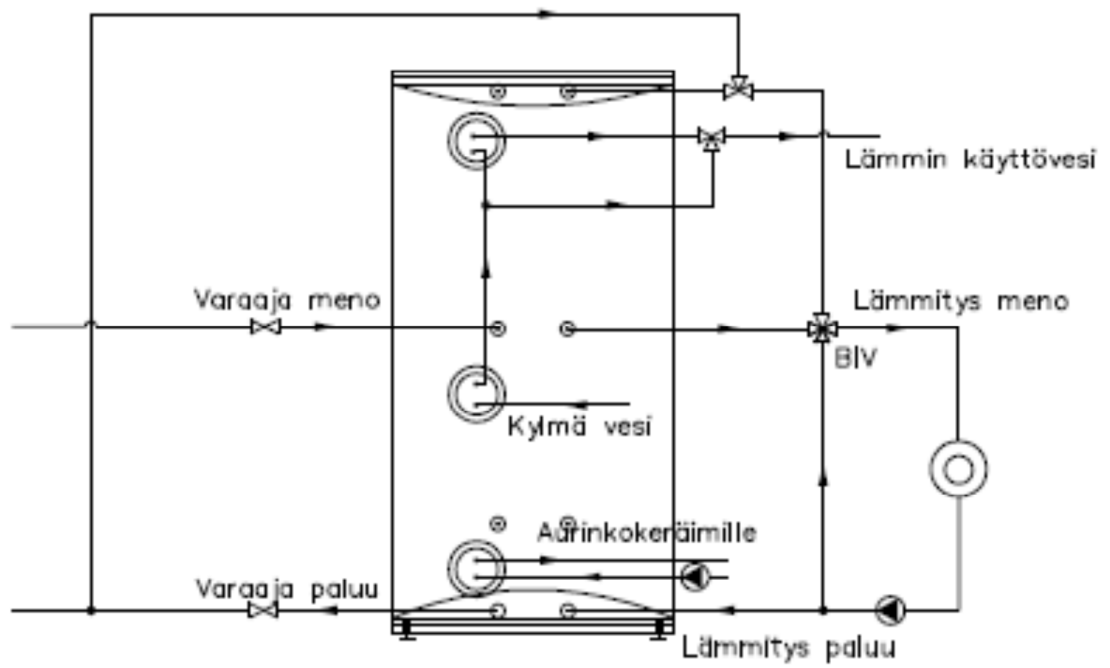
Lämmitysjärjestelmän hankintaa harkitsevan tulee miettiä tarkasti, mitä järjestelmältä haluaa nyt ja mitä tulevaisuudessa. Tällä pohdinnalla päästään rajaamaan tarvittavat laitteistot haluttuihin ja pystytään tekemään oikeanlainen hankintapäätös.

## LÄHTEET

1. Erkkilä, Vesa. Aurinkolämpöopas rakentajille ja suunnittelijoille, 2003
2. Lindström, Daniel. Aurinkolämmön rakentamisen opas, 2008
3. Seppänen, O., Seppänen, M. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka, 1997
4. Erat, B., Erkkilä, V., Nyman, C., Peippo, K., Peltola, S., Suokivi, H. Aurinko-opas aurinkoenergiaa rakennuksiin, 2008.
5. Rakennustietosäätiö. Aurinkolämmitys 1992. RT 50-10482.
6. Motiva. Maalämpö. [www-dokumentti.](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/maalampo)  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/eri\\_lammitysmuodot/maalampo](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/maalampo) Päivitetty 15.4.2011, Luettu 20.12.2011
7. Y-energia. Varaaja. [www-dokumentti.](http://www.y-energia.com/aurinkolampo/varaaja/varaaja.html)  
<http://www.y-energia.com/aurinkolampo/varaaja/varaaja.html> Päivitetty 26.3.2011, Luettu 4.1.2012
8. Y-energia. Teho ja tuotto. [www-dokumentti.](http://www.y-energia.com/aurinkolampo/teho_ja_tuotto/teho_ja_tuotto.html)  
[http://www.y-energia.com/aurinkolampo/teho\\_ja\\_tuotto/teho\\_ja\\_tuotto.html](http://www.y-energia.com/aurinkolampo/teho_ja_tuotto/teho_ja_tuotto.html) Päivitetty 26.3.2011, Luettu 4.1.2012
9. Harju, Pentti. Lämmitystekniikan oppikirja, 2002
10. Sulpu. [www-dokumentti.](http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=77)  
[http://www.sulpu.fi/index.php?option=com\\_content&task=view&id=20&Itemid=77](http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=77) Päivitetty, Luettu 10.1.2012
11. Opas. [www-dokumentti.](http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/OPAS.pdf) [www.kolumbus.fi/solpros/reports/OPAS.pdf](http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/OPAS.pdf) Päivitetty, Luettu 20.4.2012
12. Energiamarkkinavirasto. Kehitys. [www-dokumentti](http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Kehitys1203.pdf)  
<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Kehitys1203.pdf> Päivitetty, Luettu 20.4.2012

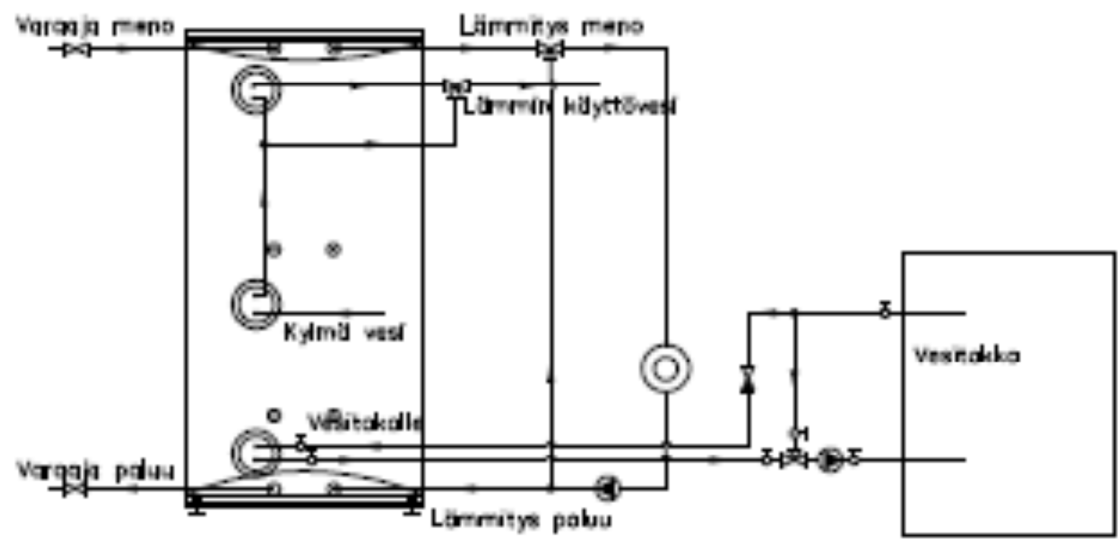
# LIITE 1.

## Kytkentäkaavio öljylämmitys ja aurinkolämpö



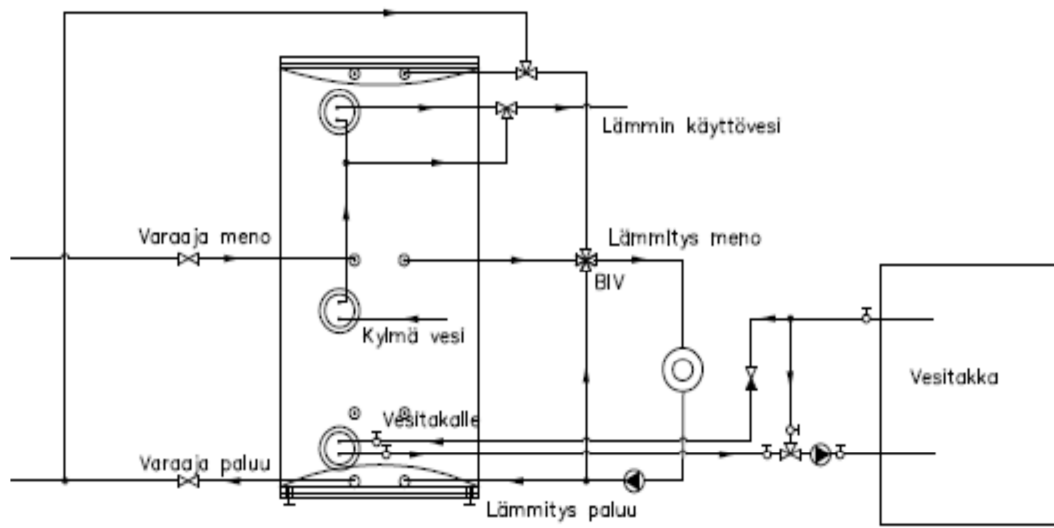
## LIITE 2.

### Kytkentäkaavio maalämpö ja vesitakka



### LIITE 3.

#### Kytkentäkaavio öljylämmitys ja vesitakka





**LIITE 4.****Tekniset tiedot maalämpö****TEKNISET TIEDOT**

Maalämpöpumppu Geopro GT		GT 7	GT 9	GT 11	GT 13	GT 16	GT 20	GT 28
Lämmitysteho	kW	7,5	9,4	11	13,3	16	20,2	27,7
Kompressorin ottoteho	kW	1,7	2,1	2,4	2,9	3,5	4,8	6,4
Sähköliitäntä		3/N/PE 400 V 50 Hz						
Sulakkeet, sulakekoot	A	10/20	16/25	16/25	16/35	20/35	25/35	35/50
Syvyys	mm	650	650	650	650	650	650	650
Leveys	mm	600	600	600	600	600	600	600
Korkeus	mm	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450

Lämpötehot EN14511 mukaisesti.

## Tekniset tiedot Solarpro –aurinkokeräin SPLS20

Rakenne	Tasokeräin
Absorptiopinnan rakenne	2 kpl 22 mm vaakaputkea ja serpentiiniputki 9 mm selektiivinen pinnoite (Blue-tec eta_plus)
Mitat	1870 mm x 1150 mm x 95 mm
Pinta-ala	2,15 m <sup>2</sup>
Absorptioala / apertuuriala	2,0 m <sup>2</sup>
Paino (tyhjänä)	35 kg
Nestetilavuus	1,70 l
Maksimi lämpötila	217 °C
Lasi	Matalarautainen erikoiskarkaistu aurinkokeräinlasi
Nimellisvirtaus	120 l/h
Painehäviö	280 mbar
Liitännät	4 kpl DN 16 väliputkelle
Maksimikäyttöpaine	10 bar
Taustan eristys	50 mm mineraalivilla
Runko	Alumiinia, pulverimaalattu, antrasiitti
Asennuskulma	20 - 90°
Suosittelava lämmönsiirtoneste	Propyleeni-glykoli

<h1>ENERGIATODISTUS</h1>																														
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p><b>Rakennus</b></p> <p>Rakennustyyppi: <b>Erillinen pientalo</b></p> <p>Osoite:</p> </div> <div> <p>Valmistumisvuosi: <b>2012</b></p> <p>Rakennustunnus:</p> <p>Asuntojen lukumäärä: <b>1</b></p> </div> </div>																														
<p>Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> rakennuslupamenettelyn yhteydessä</p> <p><input type="checkbox"/> erillisen tarkastuksen yhteydessä</p>																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">ET-luku</th> <th style="width: 60%;">Vähän kuluttava</th> <th style="width: 25%;">Rakennuksen ET-luokka</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- 150</td> <td style="text-align: center;"> <b>A</b></td> <td style="text-align: center;"> <b>A</b></td> </tr> <tr> <td>151 - 170</td> <td style="text-align: center;"> <b>B</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>171 - 190</td> <td style="text-align: center;"> <b>C</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>191 - 230</td> <td style="text-align: center;"> <b>D</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>231 - 270</td> <td style="text-align: center;"> <b>E</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>271 - 320</td> <td style="text-align: center;"> <b>F</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>321 -</td> <td style="text-align: center;"> <b>G</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><i>Paljon kuluttava</i></td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-top: 10px; padding: 10px; border: 1px solid black;"> <p>Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/bm<sup>2</sup>/vuosi): <span style="float: right;"><b>136</b></span></p> <p>Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Pienet asuinrakennukset</p> <p><small>Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen. Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.</small></p> </div>				ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka	- 150	<b>A</b>	<b>A</b>	151 - 170	<b>B</b>		171 - 190	<b>C</b>		191 - 230	<b>D</b>		231 - 270	<b>E</b>		271 - 320	<b>F</b>		321 -	<b>G</b>		<i>Paljon kuluttava</i>		
ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka																												
- 150	<b>A</b>	<b>A</b>																												
151 - 170	<b>B</b>																													
171 - 190	<b>C</b>																													
191 - 230	<b>D</b>																													
231 - 270	<b>E</b>																													
271 - 320	<b>F</b>																													
321 -	<b>G</b>																													
<i>Paljon kuluttava</i>																														
<p>Todistuksen antaja:</p>   <p>Allekirjoitus:</p>		<p>Todistuksen tilaaja:</p>   <p>Viimeinen voimassaolopäivä:</p>																												

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen liitteeseen 2 mukainen.

LIITE 6(2).  
Energiatodistus

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
<b>Rakennuksen laajuustiedot</b>				
Bruttoala	272 brm <sup>2</sup>	Ilmatilavuus	650 m <sup>3</sup>	
Rakennustilavuus	880 rak-m <sup>3</sup>	Henkilömäärä	4	
Huoneistoala	243 huon <sup>2</sup>			
<b>Rakenteet</b>				
<u>Rakennusosat</u>	Pinta- ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)		
Alapohja				
Maata vasten oleva alapohja	117	0.14		
Ovet				
Ovi	13.6	1		
Ulkoseinät				
Ulkoseinä	189	0.12		
Yläpohja				
Yläpohja	117	0.08		
Ikkunat			g <sub>kohtisuora</sub>	F <sub>uukä</sub>
Etelään	10.6	0.8	0.50	0.75
Itään	20.3	0.8	0.50	0.75
Länteen	30.1	0.8	0.50	0.75
Pohjoiseen	1.3	0.8	0.50	0.75
Tehollinen lämpökapasiteetti C <sub>rak</sub> omin <sup>3</sup> Wh/(brm <sup>2</sup> K)	40			
<b>Ilmanvaihto</b>				
Rakennuksen ilmanvuotoluku n <sub>50</sub>	4	1/h		
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	0.09	m <sup>3</sup> /s		
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde	70	%		
<b>Vedenkulutus</b>				
Lämpimän käyttöveden kulutus	73	m <sup>3</sup> /vuosi		
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus	kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>		
<b>Lämmitysjärjestelmät</b>				
Lämmönkehitys	sisältää käyttöveden lämmityksen		kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>
Lämpöpumppu				
Lämmönjakotapa	Vesikiertoinen lattialämmitys 40/35 vp. ilman eristystä			
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo			kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>
- kiertojohdossa on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Energiatodistuksen laskenta</b>				
Lämmitysenergian kulutus	23482	kWh/vuosi		
Laitesähköenergian kulutus	13600	kWh/vuosi		
Jäähdytysenergian kulutus	0	kWh/vuosi		
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	37082	kWh/vuosi		
Rakennuksen energiatodistuksen laskenta	136	kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi		